

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 199 21 242 C 1

⑮ Int. Cl. 7:
F 02 M 51/00
F 02 M 51/06

DE 199 21 242 C 1

⑯ Aktenzeichen: 199 21 242.2-13
⑯ Anmeldetag: 7. 5. 1999
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 26. 10. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

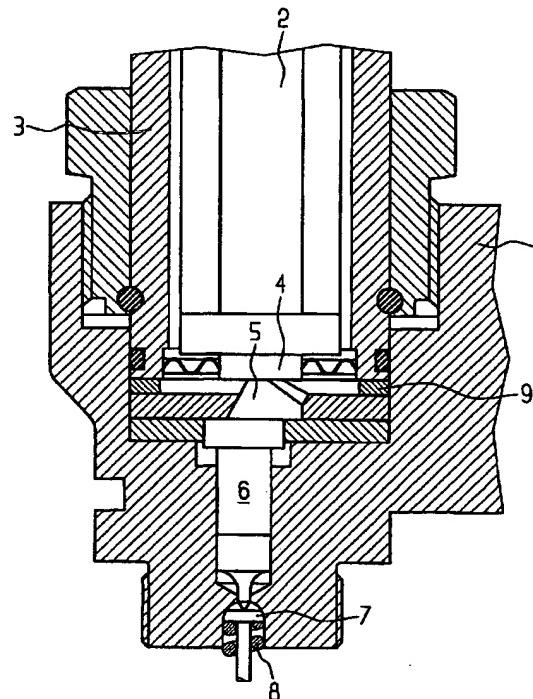
⑦ Erfinder:
Lewentz, Günter, 93055 Regensburg, DE; Klügl, Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Lehmann, Stefan, 93053 Regensburg, DE; Schmutzler, Gerd, Dr., 93138 Lappersdorf, DE; Rizk, Reda, 93059 Regensburg, DE; Neumaier, Martin, Dr., 85669 Ödenbach, DE; Frank, Wilhelm, 96049 Bamberg, DE

⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 197 42 943 C1
DE 197 02 066 A1
DE 195 38 791 A1
DE 35 33 521 A1
US 57 79 149 A

⑤ Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑥ Das Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor (2), der in das Gehäuse (1) des Kraftstoffinjektors eingeschraubt wird, erfolgt durch das Anlegen einer Spannung (U) an den Piezoaktor (2), die einem vorgegebenen Leerhub (Δh) entspricht, und das Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) bei anliegender Spannung (U). Zwischen dem Gehäuse (1) des Kraftstoffinjektors und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2) ist darüberhinaus ein Ausgleichsring (9) mit passender Dicke vorgesehen.



DE 199 21 242 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 oder 10, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 4 oder 11 und einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 9 oder 15.

Bei der Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Speichereinspritzsysteme verwendet, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken und schnellen Schaltgeschwindigkeiten gearbeitet wird. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Bei diesen Speichereinspritzsystemen wird der Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe in einem allen Zylindern des Motors gemeinsamen Hochdruckspeicher gefördert, von dem aus der Kraftstoff mit Hilfe von Kraftstoffinjektoren in die einzelnen Brennkammern des Verbrennungsmotors eingespritzt wird.

Der Kraftstoffinjektor umfaßt im allgemeinen ein Einspritzventil, das hydraulisch von einem Servoventil geöffnet und geschlossen wird, um den zeitlichen Verlauf des Einspritzvorgangs in der Brennkammer genau festzulegen.

Das Servoventil wird dabei von einem elektrisch angesteuerten Aktor betätigt, wobei sich vor allem der Einsatz von piezoelektrischen Aktoren zum Erzielen ausreichend kurzer Schaltzeiten als günstig erwiesen hat. In einem solchen piezoelektrischen Aktor wird durch Anlegen von Spannung eine Längsdehnung hervorgerufen, die auf das Servoventil übertragen wird, das dann wiederum das Einspritzventil öffnet oder schließt. Damit die im um-Bereich liegende Längsdehnung des piezoelektrischen Aktors das Servoventil betätigen kann, wird diese Längsdehnung im allgemeinen entweder mechanisch durch einen in Kraftstoff gelagerten Hebelübersetzer oder hydraulisch durch einen Druckraum verstärkt.

Ein gattungsgemäßer Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor und hydraulischer Verstärkung ist zum Beispiel in der US 5 779 149 A beschrieben.

Um die für einen optimalen Verbrennungsverlauf erforderlichen hohen Schaltgeschwindigkeiten und kleinen Einspritzmengen mit dem Kraftstoffinjektor erzielen zu können, ist es erforderlich, den Kraftstoffinjektor sehr genau einzustellen.

Dies gilt insbesondere für den Leerhub zwischen dem piezoelektrischen Aktor und dem Servoventil. Der Leerhub soll einerseits möglichst klein sein, um stets definierte Bedingungen zu haben und um die dynamischen Belastungen gering zu halten. Andererseits muß stets ein Mindestspiel zwischen Aktor und Stellelement gewährleistet sein, um Fehlfunktionen im Betrieb zu vermeiden.

Die Einstellung des Leerhubs im Kraftstoffinjektor wird bisher so vorgenommen, daß die genaue Anordnung der einzelnen Komponenten des Kraftstoffinjektors und insbesondere deren Abstände zueinander rechnerisch aus den Abmessungen dieser Komponenten ermittelt werden.

Dazu muß jede Komponente einzeln aufwendig vermessen werden. Nach dem Ausmessen wird der Leerhub dann durch zwischen dem Injektorgehäuse und dem Aktor bzw. dem Servoventil angeordnete Einstellscheiben eingestellt, die nur eine minimale Toleranz aufweisen dürfen und die deshalb in der Fertigung sehr aufwendig sind.

Aus der DE 197 42 943 C1 ist ein Kraftstoffinjektor bekannt, bei dem über eine Federvorspannung die Position des Aktors im Kraftstoffinjektor ständig nachgestellt wird. In der DE 35 33 521 A1 ist ein Kraftstoffinjektor mit einem Stellantrieb beschrieben, bei dem der Stellantrieb mit Hilfe

eines Ausgleichsrings am Gehäuse in der gewünschten Weise positioniert wird. Weitere Ausgleichsringe bei Piezoaktoren in einem Kraftstoffinjektor sind aus der DE 195 38 791 A1 und der DE 197 02 066 A1 bekannt.

- 5 Um den eingestellten Leerhub zu überprüfen, ist es bisher weiterhin erforderlich, den Kraftstoffinjektor komplett zusammenzubauen und unter Betriebsbedingungen zu testen. Falls Funktionsfehler festgestellt werden, muß der Kraftstoffinjektor nach dem Testlauf wieder vollständig in seine Einzelteile zerlegt, neu vermessen und eventuell nachgearbeitet werden bzw. es müssen Einstellscheiben ausgetauscht werden.
- 10

- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens und einen mit dem Verfahren hergestellten Kraftstoffinjektor zu schaffen, bei dem bzw. bei der mit geringem Aufwand ein zuverlässiges Positionieren des Stellantriebs im Kraftstoffinjektor möglich ist und das bzw. die 20 eine serientaugliche Funktionsprüfung des Kraftstoffinjektors erlaubt.

- 25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1, im Patentanspruch 4, im Patentanspruch 9, im Patentanspruch 10, im Patentanspruch 11 oder im Patentanspruch 15 an gegebenen Maßnahmen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 30 Die obige Aufgabe wird demnach erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Einstellung des Leerhubs so vorgenommen wird, daß an den Piezoaktor vor dessen Einbau in den Kraftstoffinjektor eine definierte Spannung angelegt wird, um eine Längsdehnung der Piezoelemente hervorzurufen, die exakt dem gewünschten Leerhub entspricht. In diesem Zustand, das heißt bei anliegender Spannung, wird die Bodenplatte des Piezoaktors mit dem Gehäuse des Aktors plan geschliffen. Im strom- bzw. spannungslosen Zustand steht die Bodenplatte gegenüber dem Aktorgehäuse dann um den Leerhub zurück. Ferner ist erfindungsgemäß ein Ausgleichsring zwischen Piezoaktor und dem Gehäuse 40 des Kraftstoffinjektors vorgesehen. Der Ausgleichsring wird in den bis auf den Piezoaktor komplett zusammengebauten Kraftstoffinjektor eingelegt und durch eine Vorspanneinrichtung mit planer Wirkfläche so lange verformt, bis das Servoventil von seinem Ventilsitz abhebt. Schraubt man anschließend anstelle der Vorspanneinrichtung den Piezoaktor 45 bis zum Anschlag am Ausgleichring in das Injektorgehäuse.

- 50 ein, so stellt sich zwangsläufig der vorher wie oben angegeben eingestellte Leerhub zwischen der Bodenplatte des Piezoaktors und dem Stellelement des Kraftstoffinjektor-Servoventils ein. Damit wird eine Wirkverbindung zwischen dem Piezoaktor und dem Stellelement für das Servoventil mit festgelegten Positionen derart ausgebildet, daß der Leerhub zwischen Piezoaktor und Stellelement trotz der unvermeidlichen Herstellungstoleranzen der einzelnen Bau- teile immer dem vorgegebenen Wert entspricht.

- 60 Zum Planschleifen von Gehäuse und Bodenplatte des Piezoaktors wird dieser vorzugsweise in eine Schleifmaschine eingespannt, wobei die vorgegebene Spannung über Schleifringe an den Piezoaktor angelegt wird. Der Ausgleichsring besteht vorzugsweise aus Weicheisen oder weichem Kupfer. Beim Vorspannen fließt das Material des Ausgleichsrings, wodurch sich die Dicke des Ausgleichsrings bleibend verändert.

- 65 Alternativ kann auch der Piezoaktor vor seinem Einbau ohne anliegende Spannung plan geschliffen werden, wobei der vorgesehene Leerhub bei der Verformung des Ausgleichsrings über eine Erhebung an der Vorspanneinrichtung eingestellt wird. Bei dieser alternativen Ausführungsform

besteht somit die Vorspanneinrichtung nicht aus einem ebenen Stempel, sondern aus einem Stempel mit geprägter Vorderseite.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt schematisch eine Schnittansicht eines Kraftstoffinjektors im Bereich der Verbindung zwischen einem Piezoaktor und einem Stellantrieb für ein Servoventil.

Die Figur der Zeichnung zeigt im Schnitt einen Teil eines Injektors zur Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum eines Verbrennungsmotors bei einem Common-Rail-System. In das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors ist ein Piezoaktor 2 mit einem Gehäuse 3 und einer Bodenplatte 4 eingeschraubt. Im Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 befindet sich eine Piezoelementanordnung (im einzelnen nicht gezeigt), mit der die Bodenplatte 4 in Verbindung steht. Wenn an die Piezoelementanordnung eine Spannung angelegt wird, verändert diese ihre Länge, und die Bodenplatte 4 verändert dadurch ihre Lage bezüglich des Aktorgehäuses 3.

Der Piezoaktor 2 wirkt, wenn er elektrisch angesteuert wird, auf ein Übertragungselement 5 im Kraftstoffinjektorgehäuse 1 ein. Das heißt, daß sich beim Anlegen einer Spannung an die genannte Piezoelementanordnung die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 aufgrund der von der angelegten Spannung hervorgerufenen Längsdehnung der Piezoelemente aus dem Aktorgehäuse nach außen, in der Zeichnung nach unten, verschiebt, wobei auch das Übertragungselement 5 entsprechend bewegt wird.

Das Übertragungselement 5 im Kraftstoffinjektorgehäuse 1 wirkt seinerseits auf einen Ventilstößel 6 ein, der an einem Ventilelement 7 eines Servoventils anliegt. Das Ventilelement 7 wird, solange der Piezoaktor 2 nicht angesteuert ist, von einer Feder 8 in seinen Ventilsitz gedrückt.

Statt des gezeigten Übertragungselementes 5 kann auch eine hydraulische Übersetzung des Hubs des Piezoaktors 2 vorgesehen werden. Im allgemeinen wirkt die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 auf ein Stellelement für das Servoventil des Kraftstoffinjektors ein. Piezoaktor 2 und Stellelement bilden den Stellantrieb für das Servoventil.

Beim Abheben des Ventilelements 7 von seinem Sitz, das heißt beim Öffnen des Servoventils, kann auf die bekannte Weise (siehe z. B. die eingangs genannte US 5 779 149 A) Kraftstoff aus der Steuerkammer des im Kraftstoffinjektor enthaltenen Einspritzventils am Ventilelement 7 vorbei abfließen, wodurch sich der Druck in der Steuerkammer verringert und das Einspritzventil öffnet.

Bei einer Beendigung der Ansteuerung des Piezoaktors 2 und der Rückkehr von Übertragungselement 5 und Ventilstößel 6 in die Ausgangsstellung wird das Ventilelement 7 des Servoventils von der Feder 8 wieder in seinen Sitz gedrückt, so daß sich in der Folge der Druck in der Steuerkammer des Einspritzventils wieder erhöht und das Einspritzventil schließt.

Zwischen dem Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 und dem Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors befindet sich ein Ausgleichsring 9.

Bei der Ansteuerung des Piezoaktors 2 bewegt sich somit die Bodenplatte 4 des Piezoaktors relativ zu dessen Gehäuse 3, das im Einbauzustand fest in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt ist. Das Übertragungselement 5, das ein mechanischer Hebelübersetzer oder ein hydraulischer Übersetzer sein kann, überträgt diese Bewegung verstärkt auf den Ventilstößel 6, der das Ventilelement 7 des Servoventils betätigt.

Zur Einstellung eines definierten Leerhubes Δh im Stellantrieb aus Piezoaktor 2, Übertragungselement 5 und Ventilstößel 6 wird der Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injek-

torgehäuse 1 so bearbeitet, daß die Bodenplatte 4 um genau den vorgegebenen Leerhub Δh gegenüber dem Gehäuse 3 des Piezoaktors zurücksteht. Dazu wird an den Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injektorgehäuse 1 genau die Spannung U angelegt, die eine Längsdehnung der Piezoelementanordnung entsprechend dem vorgegebenen Leerhub Δh bewirkt, und es werden das Gehäuse 3 und die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 bei angelegter Spannung U plangeschliffen.

Der Piezoaktor 2 kann dazu zum Beispiel in eine Schleifmaschine eingespannt werden, wobei die Spannung U über Schleifringe zugeführt wird.

Nach dem Schleifvorgang und nach Wegnahme der Spannung U steht dann die Bodenplatte 4 um den vorgegebenen Leerhub Δh gegenüber dem Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 zurück.

Die Herstellungs- und sonstigen Toleranzen seitens des Kraftstoffinjektors werden durch den Ausgleichsring 9 ausgeglichen.

Der Ausgleichsring 9, der aus einem weichen, verformbaren Material wie Weicheisen oder weichem Kupfer besteht, wird in den bis auf den Piezoaktor 2 komplett zusammengesetzten Kraftstoffinjektor eingelegt. Dann wird anstelle des Piezoaktors 2 eine Vorspanneinrichtung in den Kraftstoffinjektor eingeschraubt, deren Vorderseite, die der Seite des Piezoaktors 2 mit der Bodenplatte 4 entspricht, vollständig plan ist. Die Vorspanneinrichtung wird so weit eingeschraubt, bis aufgrund der Betätigung des Übertragungselementes 5 durch die plane Vorderseite der Vorspanneinrich-

tung das Ventilelement 7 des Servoventils von seinem Ventilsitz abzuheben beginnt. Dabei wird der aus einem weichen Material bestehende Ausgleichsring 9, auf den ebenfalls die plane Vorderseite der Vorspanneinrichtung einwirkt, durch Materialfließen dauerhaft verformt. Der Ausgleichsring 9 behält dann beim Entfernen der Vorspanneinrichtung die Dicke, die er hatte, als die Vorspanneinrichtung gerade so weit eingeschraubt war, daß sich das Servoventil zu öffnen begann.

Wird schließlich anstelle der Vorspanneinrichtung der

Piezoaktor 2, dessen Bodenplatte 4 wie oben beschrieben um den vorgegebenen Leerhub Δh zurücksteht, bis zum Anschlag in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt, das heißt bis zur Anlage des Piezoaktorgehäuses 3 am Ausgleichsring 9, so befindet sich die Vorderkante des

Piezoaktorgehäuses 3 genau auf der Höhe, die die Vorderseite der Vorspanneinrichtung hatte, als sich das Servoventil zu öffnen begann. Da demgegenüber im spannungslosen Zustand die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 um den vorgegebenen Leerhub Δh zurücksteht, entspricht der Leerhub des Stellantriebs im Kraftstoffinjektor, das heißt das Spiel zwischen Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 und Servoventil, genau dem vorgegebenen Wert Δh .

Bei einer alternativen Vorgehensweise wird der Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injektorgehäuse 1 so bearbeitet, daß die Bodenplatte 4 und das Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 im einbaufertigen Zustand, aber ohne anliegende Spannung plan geschliffen werden. Die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 befindet sich somit nach dem Schleifvorgang auf genau der gleichen Höhe wie das Gehäuse 3 des Piezoaktors 2. Dafür weist die Vorspanneinrichtung zur Verformung des Ausgleichsrings 9 keine plane Vorderseite, sondern eine Vorderseite auf, die an der oder den Stellen, an der oder denen die Vorspanneinrichtung auf das Übertragungselement 5 einwirkt, eine Erhebung der Höhe Δh besitzt.

Die zentrale Wirkfläche an der Vorspanneinrichtung, die mit dem Übertragungselement 5 in Eingriff kommt, steht mit anderen Worten in Einbaurichtung um den vorgegebenen Wert Δh für den Leerhub gegenüber der am Rand um-

laufenden Wirkfläche vor, die mit dem Ausgleichsring 9 in Eingriff kommt.

Die Vorspanneinrichtung wird wie bei der erstgenannten Ausführungsform anstelle des Piezoaktors 2 so weit in den Kraftstoffinjektor eingeschraubt, bis durch die Betätigung des Übertragungselementes 5 durch den erhabenen Abschnitt an der Vorderseite der Vorspanneinrichtung das Ventilelement 7 des Servoventils zu öffnen beginnt. Der Ausgleichsring 9 wird dabei wie oben bleibend verformt. Anschließend wird statt der Vorspanneinrichtung der Piezoaktor 2, bei dem Gehäuse 3 und Bodenplatte 4 ohne anliegende Spannung plan geschliffen wurden, bis zum Anschlag am Ausgleichsring 9 in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt.

Auch bei dieser Ausführungsform weist der Leerhub zwischen Piezoaktor 2 und Servoventil genau den vorgegebenen Wert Δh auf, da die Dicke des Ausgleichsrings 9 mit der Vorspanneinrichtung so eingestellt wird, daß sich beim Betrieb des Kraftstoffinjektors das Servoventil erst zu öffnen beginnt, nachdem die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 bei dessen Ansteuerung den Leerweg Δh zurückgelegt hat.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,
gekennzeichnet durch
das Anlegen einer elektrischen Spannung (U) an den Piezoaktor (2), die einem vorgegebenen Leerhub (Δh) entspricht; und
das Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) bei anliegender elektrischer Spannung (U).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) der Piezoaktor (2) in eine Schleifmaschine eingespannt wird, wobei die elektrische Spannung (U) über Schleifringe an den Piezoaktor (2) angelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgleichsring (9) zwischen dem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2) vorgesehen ist, der durch eine Vorspanneinrichtung mit einer planen Vorderseite plastisch verformt wird, bis er eine Dicke hat, bei sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.
4. Vorrichtung zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,
gekennzeichnet durch
eine Einrichtung zum Anlegen einer elektrischen Spannung (U) an den Piezoaktor (2), die einem vorgegebenen Leerhub (Δh) entspricht; und
eine Einrichtung zum Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) bei anliegender elektrischer Spannung (U).
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Ausgleichsring (9) zwischen dem Kraft-

stoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2), der durch eine Vorspanneinrichtung mit einer planen Vorderseite plastisch verformt wird, bis er eine Dicke hat, bei sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring (9) zwischen zwei planen Flächen eingelegt wird und durch ein Zusammendrücken der zwei Flächen auf eine vorgegebene Dicke plastisch verformt wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring (9) aus einem fließbaren Material besteht, wobei beim Zusammendrücken des Ausgleichsrings das Material des Ausgleichsrings zu fließen beginnt und dadurch dauerhaft plastisch verformt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgleichsring (9) aus Weicheisen oder aus weichem Kupfer besteht.

9. Kraftstoffinjektors mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2), die in der Wirkverbindung mit dem Stellglied (5, 6, 7) steht, im spannungslosen Zustand einen vorgegebenen Leerhubabstand (Δh) von der Vorderkante des Gehäuses (3) zurückgesetzt ist; und
die Vorderkante des Gehäuses (3) auf der Höhe des Stellgliedes (5, 6, 7) angeordnet ist.

10. Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,
gekennzeichnet durch

ein Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2); und
ein Vorsehen eines Ausgleichsrings (9) zwischen dem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und einem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2), der durch eine Vorspanneinrichtung mit einer Vorderseite, die eine zentrale Erhebung aufweist, die einem vorgegebenen Leerhub (Δh) entspricht, plastisch verformt wird, bis er eine Dicke hat, bei sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der erhabenen Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.

11. Vorrichtung zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,
gekennzeichnet durch

eine Einrichtung zum Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2); und
eine Vorspanneinrichtung mit einer Vorderseite mit einer zentralen Erhebung, die einem vorgegebenen Leerhub (Δh) entspricht, zum plastischen Verformen eines Ausgleichsrings (9) zwischen dem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2) bis

zu einer Dicke, bei der sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring (9) zwischen zwei planen Flächen eingelegt wird und durch ein Zusammendrücken der zwei Flächen auf eine vorgegebene Dicke plastisch verformt wird. 5

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring (9) aus einem fließbaren Material besteht, wobei beim Zusammendrücken des Ausgleichsrings das Material des Ausgleichsrings zu fließen beginnt und dadurch dauerhaft plastisch verformt wird. 10

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring (9) aus Weicheisen oder aus weichem Kupfer besteht. 15

15. Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (3) beweglich 20 in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2), die in der 25 Wirkverbindung mit dem Stellglied (5, 6, 7) steht, im spannungslosen Zustand auf der Höhe der Vorderkante des Gehäuses (3) angeordnet ist; und ein Ausgleichsring (9) zwischen einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors 30 (2) angeordnet und plastisch so verformt ist, dass das Stellglied (5, 6, 7) um eine vorgegebenen Leerhubabstand (Δh) von der Vorderkante des Ausgleichsrings (9) zurückgesetzt ist. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

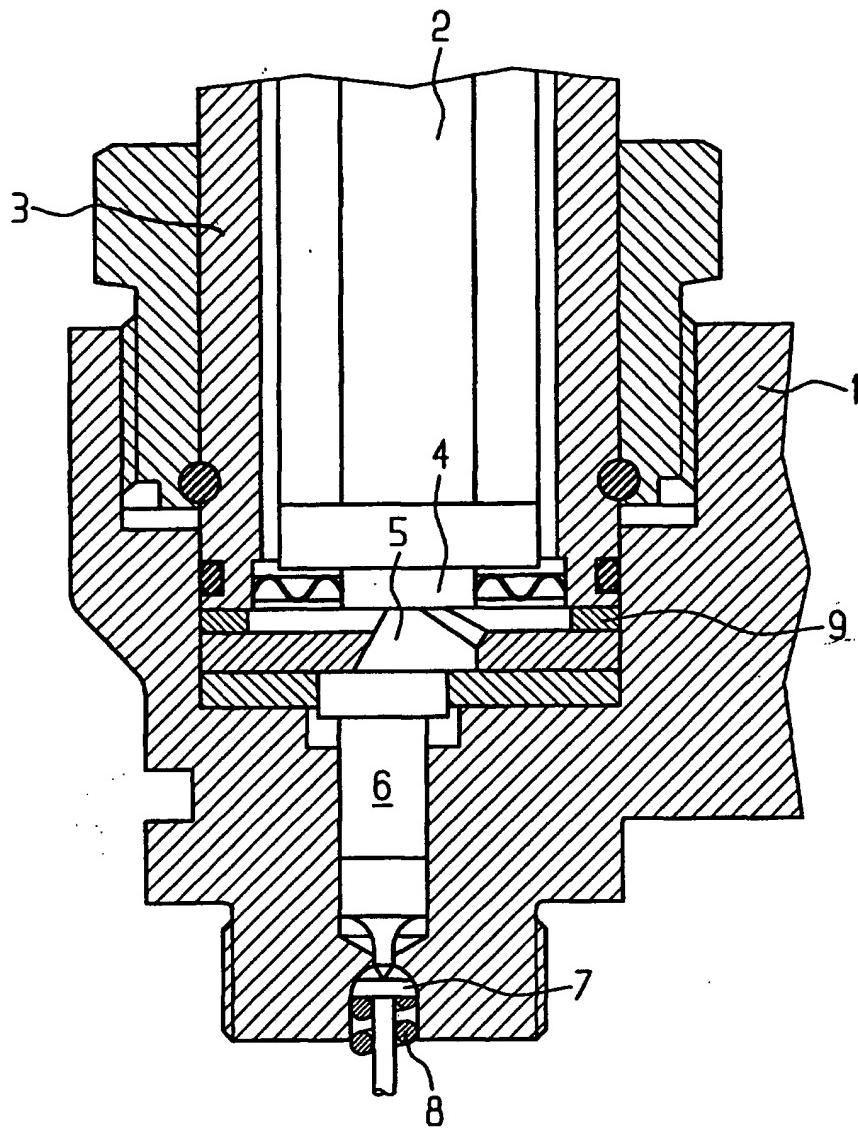
45

50

55

60

65



Docket # S3-02P 15734

Applic. # 10/534,681

Applicant: Dick et al.

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101